

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 589**

51 Int. Cl.:

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2008 PCT/GB2008/001902**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008 WO08149084**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2008 E 08762255 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2171263**

54 Título: **Convertidor de la energía de las olas**

30 Prioridad:

05.06.2007 GB 0710689

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.10.2016

73 Titular/es:

**AWS OCEAN ENERGY LIMITED (100.0%)
Redshank House Alness Point Business Park
Alness
Ross-Shire IV17 OUP, GB**

72 Inventor/es:

FITZGERALD, JOHN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 587 589 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Convertidor de la energía de las olas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato para convertir las olas de una masa de agua en energía.

10 **Antecedentes de la invención**

10 Se han realizado esfuerzos significativos en la industria energética para proporcionar métodos viables de extracción de energía de recursos renovables, tales como las olas. Se han propuesto numerosos diseños de aparatos de energía de las olas y van desde dispositivos flotantes o de levantamiento hasta dispositivos que durante el uso están completamente sumergidos. Por ejemplo, el documento WO 2006/109024 describe una disposición de tipo flotante en la que se suspende uno o más elementos flotantes en una estructura de apoyo sobre una masa de agua, de manera que el movimiento de oscilación de los elementos flotantes por la acción de las olas genera energía.

20 El documento WO 99/11926 divulga un dispositivo de conversión de energía de las olas que incorpora un sistema sumergido, basado en el principio de la hidrodinámica de que la presión ambiente del agua en una región bajo olas varía. En la disposición de la técnica anterior el dispositivo comprende un recipiente lleno de aire formado por una parte inferior que está fijada respecto al fondo del mar y una parte superior que es desplazable en una dirección vertical respecto a la parte inferior. Como tal, el movimiento relativo de la parte superior e inferior hace que varíe el volumen de trabajo del gas disponible del recipiente. Durante el uso, la parte superior se desplaza en una dirección vertical en respuesta a las diferencias entre la presión externa del agua y la presión interna del aire, de manera que 25 el movimiento relativo de las partes del recipiente se explota como trabajo útil para accionar un generador lineal.

Más concretamente, cuando el dispositivo descrito en la técnica anterior está en una posición de equilibrio, la presión ambiente del agua (y el peso de la parte superior del recipiente) se balanceará por la presión interna del aire dentro del recipiente. Una cresta de ola que se aproxima resultará en un aumento local de la presión del agua y creará así 30 un desequilibrio de la presión que acciona hacia abajo la parte superior del recipiente, reduciendo el volumen de aire hasta que la presión del aire se iguala a la presión externa del agua. La aproximación del seno de la ola, por otro lado, resulta en una disminución local de la presión del agua haciendo que la parte superior del recipiente se accione hacia arriba por la presión interna del aire para alcanzar de nuevo el equilibrio.

35 Se ha documentado extensamente que los dispositivos sumergidos que operan de la manera descrita anteriormente pueden absorber la energía de las olas de forma más efectiva cuando operan en periodos de olas cercanos a la frecuencia natural del dispositivo, es decir, cuando opera en frecuencias de resonancia. En el documento WO 99/11926, el aire encerrado en el recipiente forma un resorte y la parte superior proporciona la masa correspondiente para así establecer un sistema de resonancia, en el que se proporciona una disposición de lastre para variar el 40 volumen interno del recipiente (y así hacer el resorte constante) para sintonizar la frecuencia natural del sistema con la frecuencia de olas predominante. La disposición de lastre utiliza bombas para variar el nivel del agua dentro del recipiente para cambiar el volumen de trabajo del aire encerrado.

45 En sistemas conocidos del tipo descrito anteriormente, la estructura es tal que a baja presión de gas se establece el resorte y por lo tanto necesita un gran volumen para alcanzar la constante de resorte requerida. Son comunes las presiones de gas de alrededor de 2 a 3 bares. Esto requiere la provisión de estructuras muy grandes para contener el volumen de gas, lo que genera problemas en términos de manejo, anclaje, disposiciones de rodamientos, exposición a cargas muy elevadas in situ, y similares. Además, se reconoce que el volumen útil en términos de 50 captura de energía es el volumen barrido real, que en disposiciones conocidas es significativamente menor que el volumen total de aire. No se requiere en esencia el volumen adicional para absorber la energía de las olas y solo se requiere para proporcionar la constante de resorte para una operación de resonancia.

Además, en disposiciones conocidas, se requiere que el componente flotante superior del recipiente sea pesado con el fin de proporcionar la presión del volumen de trabajo del aire necesario de tal manera que la presión del agua no 55 resulte en la inundación del volumen de trabajo. Sin embargo, esto resulta en un oscilador de alta frecuencia que por lo tanto tendrá una característica de respuesta de banda estrecha, que implica que los dispositivos conocidos no responderán bien a espectros de oleaje de banda ancha, lo que ocurre a menudo.

60 El documento WO9737123 describe un convertidor de energía de las olas en el que se sitúa un pistón grande debajo de una superficie olas de manera que la presión hidrostática de una columna de agua y el peso del pistón equilibran una presión de gas comprimido en una cámara de presión. Un vástago del pistón en el pistón grande está coaxial y directamente acoplado a un pistón más pequeño de manera que el pistón pequeño sigue los movimientos del pistón grande. El vástago, el pistón y un cilindro que tiene una placa frontal forman un cilindro hidráulico. El líquido que desplaza el pistón pequeño se conecta a un circuito de rectificación y a través de una válvula unidireccional a una 65 entrada del motor de desplazamiento hidráulico.

El documento GB2169684 describe el control de un medio de resonancia que puede ser un resorte mecánico o un resorte de gas, que son intercambiables entre dos estados que tienen diferentes tasas de dependencia de una fuerza de recuperación sobre desplazamiento del equilibrio.

- 5 Es uno de los objetivos de la presente invención contrarrestar o al menos mitigar uno o varios de los problemas mencionados y otros en la técnica anterior.

Sumario de la invención

- 10 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas del agua de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicho aparato:

15 un conjunto activado por las olas que comprende una cámara cerrada y un elemento accionado por las olas que delimita una parte de la pared de dicha cámara, el cual se adapta para que se desplace en respuesta al movimiento de las olas para variar el volumen de la cámara cerrada.

un conjunto de control del movimiento que comprende un elemento desplazable acoplado al elemento accionado por las olas y medios de aplicación de fuerza adaptado para aplicar una fuerza sobre el elemento desplazable; y un conjunto de toma de fuerza que opera en respuesta al movimiento del elemento accionado por las olas.

- 20 Preferentemente, el aparato está adaptado para que se sumerja al menos parcialmente dentro de una masa de agua. En realizaciones de la invención se puede adaptar dicho aparato para que se sumerja por completo.

25 Preferentemente, el elemento accionado por las olas está adaptado para ser expuesto a condiciones ambientales bajo el nivel superficial de una masa de agua de manera que las variaciones de la presión ambiente del agua afectarán al movimiento de dicho elemento accionado por las olas. En consecuencia, durante el uso, el elemento accionado por las olas mediante los cambios en la presión ambiente del agua hará que el conjunto de toma de fuerza funcione de forma conveniente para producir una salida de energía útil.

- 30 El elemento accionado por las olas puede adaptarse para que se desplace en una sola dimensión. En realizaciones alternativas, el elemento accionado por las olas puede desplazarse en múltiples dimensiones.

35 En una realización, el elemento accionado por las olas y el elemento desplazable se pueden acoplar a través de un elemento de conexión, preferentemente un elemento de conexión alargado, como una barra, un vástago o similares. Se puede proporcionar un solo elemento de conexión, o de manera alternativa multitud de elementos. Se recomienda que el elemento de conexión sea rígido, pero en algunas realizaciones puede exhibir cierto grado de flexibilidad o elasticidad. En una realización preferida, el elemento accionado por las olas y el elemento desplazable se disponen para corresponderse a lo largo de una línea común de movimiento, preferentemente a lo largo de una línea vertical de movimiento. En esta disposición, el elemento accionado por las olas y el elemento desplazable se pueden situar uno encima del otro. En realizaciones alternativas se puede utilizar una línea horizontal de movimiento, o cualquier línea inclinada de movimiento. El elemento accionado por las olas y el elemento desplazable se pueden distribuir para corresponderse a lo largo de diferentes líneas de movimiento, que pueden ser paralelas entre sí. En esta disposición, el elemento accionado por las olas y el elemento desplazable pueden situarse uno al lado del otro.

- 45 Ventajosamente, al menos una parte de una estructura de pared de la cámara cerrada puede ser rígida. Alternativa o adicionalmente, al menos una parte de la estructura de pared de la cámara cerrada puede ser flexible. La estructura de pared comprende un material plástico, un material elástico o similares, o cualquier combinación adecuada de éstos. Ventajosamente, el uso de un material elástico o flexible en el conjunto activado por las olas permite la absorción de olas sin necesidad de una superficie de soporte para controlar la cinemática del elemento accionado por las olas dentro del conjunto activado por las olas.

50 Preferentemente, el conjunto activado por las olas comprende un elemento de referencia, en el que dicho elemento de referencia y el elemento accionado por las olas delimitan de manera colectiva la cámara cerrada. Ventajosamente, el elemento accionado por las olas se monta para que se desplace relativamente a dicho elemento de referencia y para efectuar cambios en el volumen de la cámara cerrada.

60 El elemento de referencia puede fijarse de manera que el movimiento relativo entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia se consigue solo por el movimiento del elemento accionado por las olas. Alternativamente, el elemento de referencia puede ser desplazable de manera que tal movimiento relativo se consigue por medio de ambos elementos mencionados.

65 Preferentemente, el conjunto activado por las olas comprende además una disposición de sellado situada entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia. Ventajosamente, la disposición de sellado está adaptada para aislar el fluido en la cámara cerrada del medio ambiente.

5 En realizaciones de la invención la disposición de sellado puede comprender una junta deslizante adaptada para situarla entre la superficie interna y externa del elemento accionado por las olas y el elemento de referencia. La junta deslizante puede proporcionarse por contacto de interferencia entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia. Alternativa o adicionalmente, la disposición de junta puede comprender un elemento obturador situado entre los elementos respectivos, como por ejemplo una junta tórica, un segmento de pistón o similares.

10 En realizaciones alternativas de la invención, se puede definir un espacio de separación entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia, en el que se extiende una disposición de sellado a través de dicho espacio de separación y puede comprender un elemento flexible, como una membrana o similar. El elemento flexible puede comprender un material plástico, o de manera alternativa o adicional un material elástico. La disposición de sellado forma parte de una estructura de diafragma.

15 La disposición de sellado puede comprender una junta redonda. La junta redonda puede tener forma de cuerpo tubular invertible protegido entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia, de tal manera que se permite el movimiento del elemento accionado por las olas mediante la inversión del cuerpo tubular.

La disposición de junta puede de manera alternativa, o adicional, comprender una junta de tipo fuelle.

20 En realizaciones de la invención el conjunto activado por las olas puede definir una disposición de pistón en la que al menos uno entre el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia define un cilindro y el que no, define un pistón. En realizaciones alternativas, el elemento accionado por las olas y el elemento de referencia se pueden proveer en forma de elementos copa oponible, en el que uno de los elementos copa se recibe en la otra copa por deslizamiento.

25 Se debe adaptar el medio de aplicación de fuerza solo para aplicar fuerza variable en el elemento desplazable. En una realización preferida, se adapta el medio de aplicación de fuerza para aplicar una fuerza que es variable en respuesta al movimiento de dicho elemento desplazable. En esta disposición, la fuerza aplicada en el elemento desplazable mediante medios de aplicación de fuerza puede definirse como una función del desplazamiento de dicho elemento. Durante el uso, se puede variar la fuerza aplicada al elemento desplazable mediante el movimiento de dicho elemento para equilibrar la fuerza aplicada en el elemento accionado por las olas por la presión ambiente del agua. En consecuencia, en esta disposición, las variaciones en la presión ambiente del agua variarán la fuerza aplicada al elemento accionado por las olas para efectuar el mismo desplazamiento, en el que el movimiento correspondiente del elemento desplazable provocará que el medio de aplicación de fuerza varíe la fuerza aplicada a dicho elemento desplazable hasta alcanzar el equilibrio de las fuerzas aplicadas en el aparato. Por consiguiente, las variaciones cíclicas en la presión ambiente local del agua provocadas por el paso de las olas superficiales resultarán en movimiento recíproco del elemento accionado por las olas y del elemento desplazable, en el que dicho movimiento recíproco se puede utilizar como trabajo útil para que opere el conjunto de toma de fuerza.

40 Preferentemente, el medio de aplicación de fuerza comprende un medio de resorte adaptado para aplicar una fuerza de resorte en el elemento desplazable.

El medio de resorte puede comprender un resorte mecánico, como un resorte en espiral, un elemento elásticamente deformable o similares.

45 Alternativa o adicionalmente, el medio de resorte comprende un medio de aplicación de resorte fluido, como un medio de resorte neumático, un medio de resorte hidráulico o cualquier otra combinación adecuada de los mismos.

50 El conjunto de control del movimiento comprende preferentemente una cámara primaria, en la que el elemento desplazable define una parte de la pared de dicha cámara primaria de manera que el movimiento de dicho elemento desplazable hace que varíe el volumen de dicha cámara primaria. La cámara primaria se puede adaptar para recibir un fluido de manera que el movimiento del elemento desplazable actúa contra el fluido y viceversa, en la que el fluido y el elemento desplazable forman parte del medio de resorte fluido.

55 En una realización, el fluido del medio de resorte puede comprender un gas adaptado para su compresión y expansión mediante el movimiento del elemento desplazable. Por consiguiente, el gas y el elemento desplazable pueden colectivamente definir un conjunto de resorte de gas. Durante el uso, un aumento de la fuerza aplicada en el elemento accionado por las olas como resultado de un aumento de la presión de agua efectuará un movimiento del elemento desplazable para comprimir el gas y aumentar la fuerza aplicada por el gas en el elemento desplazable para equilibrar la fuerza de la presión del agua. De forma similar, una disminución de fuerza como resultado de un descenso en la presión del agua hará que el gas se expanda y así mover el elemento desplazable y el elemento accionado por las olas hasta que las fuerzas estén equilibradas de nuevo.

65 El elemento desplazable se puede adaptar para que comprima directamente el gas. En esta realización el gas se puede contener dentro de la cámara primaria del conjunto de control del movimiento de manera que se alcance la compresión y expansión del gas mediante el movimiento del elemento desplazable.

- Alternativa o adicionalmente, el elemento desplazable se puede adaptar para comprimir el gas de forma indirecta. En una realización, el conjunto de control del movimiento puede comprimir un fluido incompresible dentro de la cámara primaria, en la que se adapta el fluido incompresible para que se desplace mediante el elemento desplazable para efectuar o permitir la compresión y expansión selectiva del gas. El conjunto de control del movimiento puede comprender además una cámara auxiliar que comprende el gas, en la que la cámara primaria y auxiliar están en comunicación fluida mutua de manera que se puede desplazar el fluido incompresible entre las cámaras gracias al movimiento del elemento desplazable para permitir la compresión y expansión del gas.
- El fluido incompresible puede comprender aceite mineral, por ejemplo.
- La presión de gas dentro del conjunto de control del movimiento puede aumentarse significativamente por encima de la presión ambiente local que actúa en el conjunto activado por las olas. Se puede llevar a cabo esta disposición aislando la actuación directa del gas en el conjunto activado por las olas. Ventajosamente, el gas contenido en el conjunto de control del movimiento se puede mantener a una presión superior a, por ejemplo, 50 bares, aunque es más preferible que sea superior a 100 bares, y más preferible aún superior a 150 bares. En una realización preferida actualmente, la presión del gas debe ser de alrededor 200 bares. Cabe señalar que las presiones identificadas son presiones promedio cuando el aparato de la presente invención está en uso, y estas presiones fluctuarán conforme el elemento desplazable de manera recíproca golpea para comprimir y expandir el gas.
- El gas puede comprender nitrógeno, aire o similares.
- En realizaciones de la invención, el conjunto de control del movimiento puede comprender multitud de elementos desplazables acoplados a uno o varios elementos accionados por las olas.
- Preferentemente, el área superficial del conjunto activado por las olas que durante el uso está expuesta a las condiciones ambientales aplica una fuerza en la dirección requerida superior al área superficial del elemento desplazable que actúa contra el gas. Esta disposición permite de manera conveniente que se minimice el tamaño del aparato. Además, esta disposición en combinación con una presión de gas seleccionada para que sea mayor que la presión ambiente del agua, permite alcanzar una constante de resorte de gas suficiente para permitir eficiente y efectivamente el funcionamiento del aparato, a la vez que utilizar un volumen mucho menor que los sistemas actuales conocidos.
- El medio de resorte de fluido puede comprender un resorte hidráulico dinámicamente controlado. En esta realización, un fluido substancialmente incompresible, como petróleo, se debe dirigir selectiva y controladamente contra el elemento desplazable para simular una fuerza de resorte que actúe en dicho elemento. En una disposición el conjunto de control del movimiento puede comprender un fluido substancialmente incompresible adaptado para ser impulsado entre la cámara primaria y un depósito de fluido a través de un medio de accionamiento de fluidos, como una bomba, o similares.
- El conjunto de control del movimiento puede comprender un controlador adaptado para controlar el medio de accionamiento. El controlador se puede adaptar para recibir señales de entrada que proporcionen datos relacionados con el estado del aparato, como la posición, velocidad, aceleración o similares del conjunto activado por las olas y el elemento desplazable, y utilizar estos datos para controlar el medio de accionamiento de la manera deseada. El controlador puede comprender un algoritmo de control adaptado para manipular los datos de entrada para proporcionar la salida controlada deseada del medio de accionamiento.
- El depósito de fluido puede comprender al menos una cámara auxiliar descrita anteriormente. En esta disposición, del medio de resorte de fluido puede comprender una combinación de un resorte de gas y un resorte hidráulico dinámicamente controlado.
- Ventajosamente, al menos una parte del dispositivo de control del movimiento está situada en la zona externa de la cámara cerrada del conjunto activado por las olas. Alternativa o adicionalmente, al menos una parte del dispositivo de control del movimiento está situada en la zona interna de la cámara cerrada.
- Preferentemente, el medio de aplicación de fuerza del dispositivo de control del movimiento comprende un medio de resorte y además comprende medios para variar la constante de resorte de dicho medio de resorte. Esta disposición permite de manera conveniente seleccionar, alterar o ajustar la frecuencia natural efectiva del aparato para coincidir con, por ejemplo, una frecuencia de ola predominante, de manera que el aparato pueda operar en condiciones de resonancia y maximizar la energía extraída del paso de las olas.
- Ventajosamente, en realizaciones de la invención que comprenden resortes de gas, pueden proporcionarse medios para variar la tasa de compresión/volumen de trabajo del gas dentro del dispositivo de control del movimiento para así variar la constante efectiva del resorte de gas. Los medios para variar la tasa de compresión pueden comprender un medio para variar el volumen del gas dentro del conjunto de control del movimiento. Tal medio comprende una barrera móvil que actúa en dicho gas. La barrera móvil puede comprender una estructura sólida. Alternativamente, en una realización preferida, la barrera móvil se establece mediante un cuerpo de líquido en el que la barrera móvil

se delimita en la interfaz líquido-gas entre el volumen de gas y la masa de líquido.

De acuerdo con la invención, la cámara cerrada del conjunto activado por las olas se evacúa para delimitar un vacío. Debe entenderse que el término vacío que se utiliza en este documento puede incluir un vacío parcial, de manera que la presión dentro de dicha cámara cerrada es menor que la presión ambiente en la que se pretende usar el aparato de la presente invención. Evacuar y mantener un vacío dentro de la cámara cerrada elimina o minimiza sustancialmente cualquier efecto de resorte de gas establecido dentro de la cámara cerrada durante el movimiento de golpeo del elemento accionado por las olas. Por consiguiente, esta disposición asegura ventajosamente que se proporcione todo o al menos la mayor parte de un efecto resorte aplicado en el aparato mediante los medios de aplicación de fuerza.

En consecuencia, aislar cualquier efecto de resorte de gas de la cámara cerrada y adaptando los medios de aplicación de fuerza de forma independiente del conjunto activado por las olas contrasta con la técnica anterior en la que un elemento flotante superior que es correspondido por el efecto del paso de una ola actúa directamente en el gas encerrado para establecer un resorte de gas. En tal disposición en la técnica anterior, como se ha descrito anteriormente, solo se utiliza una pequeña parte del volumen de gas requerido como volumen de golpeo efectivo para capturar la energía asociada de las olas. La presente invención, por el contrario, permite que se forme y disponga la cámara encerrada para acomodar el golpeo necesario del elemento accionado por las olas sin requerir un volumen adicional para acomodar los medios de aplicación de fuerza, para alcanzar un efecto resorte. Como tal, el volumen estructural total del primer cilindro se puede reducir tan próximo al volumen nominal como se pueda permitiendo proporcionar un dispositivo o aparato significativamente menor, con consiguientes beneficios.

Además, en la disposición de la técnica anterior, es necesario que el flotador superior posea cierta masa mínima para asegurar que se alcanza cierta presión de gas. No obstante, en la presente invención, la eliminación de un elemento flotador superior pesado y sustancial no solo minimiza el volumen estructural sino también reduce la inercia del aparato de manera que el aparato puede ser sensible a una banda o tasa de frecuencia más amplia.

Se puede operar el conjunto de toma de fuerza de forma mecánica, hidráulica, neumática o similares, o cualquier otra combinación adecuada de los mismos.

Se puede adaptar el conjunto de toma de fuerza para generar electricidad. Alternativa o adicionalmente, se puede adaptar el conjunto de toma de fuerza para presurizar un fluido y/o proporcionar una fuerza motriz a un objeto sólido o fluido. Por ejemplo, el conjunto de toma de fuerza puede comprender una bomba adaptada para bombear un fluido, como el agua del mar o similares. Esta disposición se puede utilizar ventajosamente en diversas aplicaciones, como por ejemplo el bombeo del agua del mar en la formación de un pozo, o como en la formación de una plataforma de hidrocarburos para desplazar los fluidos de formación.

En realizaciones de la presente invención, el conjunto de toma de fuerza se puede adaptar para que sea accionado directamente por el movimiento recíproco del elemento accionado por las olas. Por ejemplo, el conjunto de toma de fuerza puede comprender un generador eléctrico lineal o similares.

Alternativa o adicionalmente, se puede adaptar el conjunto de toma de fuerza para presurizar un fluido y/o proporcionar, por ejemplo, una aplicación de bombeo como se indica arriba. Alternativa o adicionalmente, el fluido presurizado se puede utilizar indirectamente, por ejemplo, para accionar un conjunto mecánico, como un motor hidráulico, una turbina o similares para proporcionar trabajos de rotación del eje. Se puede utilizar el trabajo de rotación del eje para accionar un generador eléctrico, por ejemplo.

En una realización, la toma de tierra puede comprender un conjunto de pistón que incorpora un pistón montado de forma deslizante dentro de un cilindro, en el que el pistón está acoplado al elemento accionado por las olas para moverse con el mismo. Se puede proporcionar un fluido dentro del cilindro de manera que el movimiento del pistón provocará que el fluido se desplace desde y hasta el cilindro. El conjunto de toma de fuerza puede comprender además un conjunto mecánico externo, como un motor hidráulico, adaptado para ser accionado por el fluido que se desplaza desde el cilindro. En una realización, se puede proporcionar un conjunto con un único pistón. Alternativa o adicionalmente, se puede proporcionar un cilindro de doble efecto.

Un conjunto de toma de fuerza que incorpora un conjunto de pistón como se ha descrito anteriormente puede formar parte del dispositivo de control del movimiento, en el que el elemento desplazable del conjunto de control del movimiento define un pistón del conjunto de toma de fuerza.

El conjunto de toma de fuerza puede formar parte de un resorte hidráulico dinámicamente controlado, en el que los motores hidráulicos se pueden utilizar selectivamente como bombas para controlar la tasa de intercambio de fluido con el cilindro. En esta disposición, el conjunto de toma de fuerza puede comprender una fuente de energía, como electricidad de la red, un volante, un acumulador de banda o similares para accionar los motores hidráulicos.

El conjunto de toma de fuerza puede comprender multitud de conjuntos de pistones. Esta disposición puede proporcionar un grado de redundancia y puede ayudar a alcanzar una mayor eficiencia. Es decir, en condiciones de

operación moderadas, algunos conjuntos de pistones pueden resultar inactivos o no operacionales de manera que la energía se absorbe utilizando menos conjuntos de pistones para una eficiencia mejorada.

5 El conjunto de toma de fuerza se puede situar al menos parcialmente en la zona externa de la cámara de trabajo del conjunto activado por las olas. Alternativa o adicionalmente, el conjunto de toma de fuerza se puede situar en la zona interna de la cámara de trabajo.

10 Ventajosamente, el aparato de la presente invención puede comprender medios de compensación de la inercia adaptados para compensar la inercia en el aparato. Los medios de compensación de la inercia pueden reducir de forma conveniente la inercia del aparato y así mejorar la respuesta dinámica del aparato. Los medios de compensación de la inercia pueden estar asociados con el conjunto de toma de fuerza y pueden estar adaptados para hacer que el aparato se comporte dinámicamente como si fuera más ligero y así mejorar la respuesta dinámica. Preferentemente, se asocia un algoritmo de control con los medios de compensación de la inercia y las fuerzas requeridas aplicadas al aparato para provocar cambios en la inercia efectiva del aparato para que se pueda enviar a través del conjunto de toma de fuerza.

20 Ventajosamente, el aparato además comprende un algoritmo de control del golpeo adaptado para asegurar que el elemento accionado por las olas no exceda el límite de golpeo predefinido, lo que por el contrario provocaría daños potenciales en el aparato. Este algoritmo puede comprender un número de variables de entrada, como la posición del elemento, la velocidad, aceleración o similares y utiliza dichas variables de entrada para calcular o definir la energía mecánica total en el aparato (tanto la potencial como la cinética). Este valor calculado se puede comparar con una energía mecánica máxima de referencia que resultaría en el valor máximo de exceso de golpeo. El algoritmo puede pues adaptarse para establecer la tasa de cambio de energía mecánica en el aparato. También se puede adaptar el algoritmo para solicitar la aplicación de una fuerza de frenado apropiada, por ejemplo, utilizando el conjunto de toma de fuerza para aplicar una fuerza en el aparato, como se ha descrito anteriormente. El conjunto de control establecido por la aplicación del algoritmo retroalimenta ventajosamente la energía mecánica y la tasa de cambio de energía y no se restringe solo a la posición y velocidad como base de control. Dicha disposición de control como se ha descrito en este documento no requiere de futuros conocimientos para implementarlo y se puede alcanzar el frenado de manera regenerativa de modo que se puede utilizar la energía generada.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de conversión de la energía del movimiento de las olas del agua de acuerdo con la reivindicación 15, comprendiendo dicho método las etapas de:

35 proporcionar un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y sumergir en agua con movimiento de olas al menos parte del aparato;
 permitir que el elemento accionado por las olas se mueva en respuesta al movimiento de las olas; y
 extraer energía a través de un conjunto de toma de fuerza.

40 **Breve descripción de la invención**

Ahora se describirán estos y otros aspectos de la presente invención, solo por medio de ejemplos, con referencia a los dibujos que acompañan, en los que:

45 La Figura 1 es una representación esquemática de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas en el agua de acuerdo con una realización de la presente invención;
 la Figura 2 es una representación esquemática de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas en el agua de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención;
 50 la Figura 3 es una representación esquemática de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas en el agua de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención;
 la Figura 4 es una representación esquemática de una parte de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas en el agua de acuerdo con una realización alternativa adicional de la presente invención;
 la Figura 5 es una representación esquemática del aparato que se muestra en la Figura 4 con una configuración alternativa.

55 **Descripción detallada de la invención**

60 En primer lugar, se hace referencia a la Figura 1 de los dibujos en la que se muestra una representación esquemática de un aparato para convertir energía procedente del movimiento de las olas en el agua de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato, genéricamente identificado por la referencia numérica 10, se sumerge durante su uso en una masa de agua 12 y experimenta las olas superficiales 14. El aparato 10 se monta sobre el fondo del mar 16 a través de un anclaje adecuado 18.

65 El aparato 10 incluye un conjunto activado por las olas 20 que comprende una cámara cerrada 22 y un elemento accionado por las olas 24 que delimita la parte superior y parte de la pared de dicha cámara 22. Durante el uso, y como se ha descrito en detalle anteriormente, el elemento accionado por las olas 24 se adapta para que se desplace

o se corresponda con la dirección de la flecha 26 en respuesta al movimiento de las olas para variar el volumen de la cámara cerrada 22.

5 En la realización mostrada en la Figura 1, el conjunto activado por las olas 20 comprende además un elemento fijo en forma de un cuerpo del pistón 28 que está fijo en relación con el fondo del mar 16, el elemento accionado por las olas 24 está provisto de un cilindro que se mueve respecto a dicho cuerpo de pistón 28. Por consiguiente, el conjunto activado por las olas 20 puede además definirse como un conjunto de pistón.

10 Se proporciona una disposición de sellado 29 entre el elemento accionado por las olas 24 y el cuerpo de pistón 28 para aislar el fluido la cámara 22 de la masa de agua 12. En la realización mostrada la disposición de sellado 29 se proporciona en forma de junta deslizante, pero en otras realizaciones, como se expondrá a continuación, puede utilizarse una disposición de sellado redonda.

15 El aparato 10 además comprende un conjunto de control del movimiento 30 que incorpora un elemento desplazable 32 en forma de un pistón que se coloca por desplazamiento en un cilindro 34, el cual está protegido y se extiende por debajo del cuerpo de pistón 28. En la realización que se muestra, una parte del espacio definido por el cilindro 34 forma parte de la cámara 22. El elemento desplazable 32 se fija rigidamente al elemento accionado por las olas 24 a través de un vástago 36 de manera que el desplazamiento del elemento accionado por las olas 24 en respuesta al movimiento de las olas provocará un desplazamiento del elemento desplazable 32 correspondiente. El elemento
20 desplazable 32 y el cilindro 34 definen colectivamente una cámara primaria 38. Se proporciona una disposición de sellado 40 entre el elemento desplazable y el cilindro 34 para aislar el fluido de la cámara 38 del conjunto de control del movimiento 30 de la cámara 22 del conjunto activado por las olas.

25 El conjunto de control del movimiento 30 además comprende dos cilindros auxiliares 42, 44 los cuáles están en comunicación fluida con la cámara primaria 38 a través de los conductos fluidos respectivos 46 y 48. Cada cilindro auxiliar 42 y 44 comprende un volumen de gas nitrógeno 50 que supera y se encuentra atrapado por un volumen de aceite 52, que también está contenido en la cámara primaria 38. Por consiguiente, el movimiento del elemento desplazable 32, como resultado del movimiento de las olas, hará que el aceite 52 se desplace entre la cámara primaria 38 y los cilindros auxiliares 42 y 44 a través de los respectivos conductos 46 y 48. Esta disposición hace por
30 lo tanto que el nivel de aceite 54 dentro de los cilindros 42 y 44 varíe, comprimiendo y/o expandiendo así el gas nitrógeno 50. En consecuencia, la presión del gas nitrógeno 50 dentro de los cilindros auxiliares 42 y 44 al final apliquen una fuerza sobre el elemento desplazable 32 a través del aceite 52, como se expondrá con más detalle a continuación.

35 En la realización mostrada el gas nitrógeno 50 se mantiene a una presión de aproximadamente 200 bares. Sin embargo, se debe apreciar que la presión del gas nitrógeno 50 variará de acuerdo con el nivel de aceite 54 en los cilindros auxiliares 42 y 44.

40 La disposición del conjunto de control del movimiento 30 puede definir por lo tanto un resorte de gas que proporciona una fuerza de resorte actuando en última instancia contra el movimiento del elemento accionado por las olas 24 y el elemento desplazable 32. La fuerza aplicada en el elemento desplazable 32 se puede definir como una función de desplazamiento de dicho elemento 32. Durante el uso, por lo tanto, se puede variar la fuerza aplicada al elemento desplazable 32 mediante el movimiento de dicho elemento 32 para equilibrar la fuerza aplicada en el elemento accionado por las olas 24 por la presión ambiente del agua, que será descrita en detalle inmediatamente a
45 continuación.

50 Durante el uso, una cresta de ola que se aproxima resultará en un aumento de la presión ambiente del agua, incrementando así la fuerza aplicada al elemento accionado por las olas 24 para desplazar a éste en una dirección hacia abajo. El correspondiente desplazamiento hacia abajo del elemento desplazable 32 aumentará el nivel de aceite 54 en los cilindros auxiliares 42, 44 y esto efectúa la compresión del gas 50. La compresión del gas 50 de esta manera, por lo tanto, se traducirá en un aumento de la fuerza de reacción aplicada contra el elemento desplazable 32. El movimiento hacia abajo del elemento accionado por las olas 24 continuará hasta que las fuerzas aplicadas en el elemento accionado por las olas 24 por la presión ambiente del agua y en elemento desplazable 32 por el gas 50 estén en equilibrio.

55 Una cresta de ola que se acerca, por el contrario, se asociará con una disminución de la presión ambiente del agua y así una disminución de la fuerza aplicada por el agua en el elemento accionado por las olas 24. Por lo tanto, esto establecerá un desequilibrio de fuerzas en que la fuerza aplicada por el gas 50 en el elemento desplazable 32 efectuará un movimiento hacia arriba del elemento desplazable 32 y el elemento accionado por las olas 24 hasta que
60 el gas 50 está lo suficientemente expandido como para alcanzar de nuevo el equilibrio de fuerzas.

65 Por consiguiente, las variaciones cíclicas en la presión ambiente local del agua causadas por el paso de las olas superficiales resultarán en movimiento recíproco del elemento accionado por las olas 24 y del elemento desplazable 32, en el que dicho movimiento recíproco se puede utilizar como trabajo útil, como se describe a continuación.

El aparato 10 además comprende un conjunto de toma de fuerza 56 que comprende los motores hidráulicos 58 y 60 dispuesto a lo largo de los conductos de fluido 46 y 48 respectivamente. Los motores hidráulicos 58 y 60 se adaptan para ser accionados por el aceite 52 desplazado entre la cámara primaria 38 y los cilindros auxiliares 42 y 44 para producir trabajo rotacional del eje.

5 El conjunto de toma de fuerza 56 además comprende uno o más generadores eléctricos (no se muestran) adaptados para que los motores hidráulicos 58 y 60 lo(s) accione(n).

10 Los motores hidráulicos 58 y 60 deben adaptarse para ser operativos en una configuración de bombeo para controlar dinámicamente el desplazamiento del aceite 52 desde y hasta la cámara primaria 38. Esta disposición por lo tanto se puede utilizar para establecer un resorte fluido dinámicamente controlado. Es decir, se puede aplicar una fuerza dinámica en el elemento desplazable 32 para simular una fuerza de resorte durante el movimiento de dicho elemento 32 controlando la comunicación del aceite desde y hasta la cámara primaria 38. En esta disposición, el conjunto de toma de fuerza 56 forma parte de un conjunto de control del movimiento 30 y puede eliminar el requisito de la disposición de resorte de gas.

15 Por otra parte, debe señalarse que la capacidad de operar de los motores hidráulicos 58 y 60 en una configuración de bombeo permite que se utilice el conjunto de toma de fuerza 56 ventajosamente como un medio de compensación de la inercia efectivo reduciendo de manera conveniente la inercia efectiva del aparato y mejorando así su respuesta dinámica.

En la realización mostrada en la Figura 1, la cámara cerrada 22 se evacúa para definir un vacío para eliminar o reducir el efecto resorte de gas en dicha cámara 22.

25 Además, el área de la superficie del elemento accionado por las olas 24 expuesto a la fuerza de la presión del agua es superior que el área de la superficie del elemento desplazable 32 expuesto a la presión de gas. Esta disposición, en combinación con el mantenimiento del gas 50 a una presión elevada permite la operación eficiente y adecuada del aparato 10 mientras se minimiza su volumen estructural.

30 Ahora las referencias se realizan sobre la Figura 2 de los dibujos en la que se muestra una representación esquemática de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas del agua de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

35 El aparato, generalmente identificado por la referencia numérica 70, se adapta para sumergirlo en una masa de agua 12 y de la misma manera descrita anteriormente en relación con la primera realización, utiliza las variaciones efectivas en la presión ambiente del agua que resulta del paso de las olas superficiales.

40 El aparato 70 comprende un conjunto activado por las olas 72 que incorpora una cámara cerrada 74 evacuada delimitada por un elemento accionado por las olas 76 y un elemento fijo 78, en el que el elemento accionado por las olas 76 es movable en relación al elemento fijo 78 en la dirección de las flechas 80 en respuesta al movimiento de las olas.

45 Se proporciona una disposición de sellado en forma de junta redonda 82 entre el elemento accionado por las olas 76 y el elemento fijo 78, en la que la junta redonda 82 está formada por un elemento tubular invertible.

En consecuencia, durante el uso, el movimiento de las olas en la masa de agua 12 desplazará el elemento accionado por las olas 76 a lo largo de la dirección identificada por las flechas 80 hasta el elemento fijo 78 para así variar el volumen de la cámara cerrada 74.

50 El aparato 70 comprende además un conjunto de control del movimiento 84 que incorpora un elemento desplazable 86, el cual se fija rígidamente al elemento accionado por las olas 76 a través de un vástago alargado 88 de manera que el movimiento del elemento accionado por las olas 76 produce el movimiento correspondiente del elemento desplazable 86.

55 El conjunto de control del movimiento 84 comprende además un bote 90 que contiene gas nitrógeno comprimido 92, en el que el elemento desplazable 86 se adapta para ser movable dentro del bote 90 para efectuar la compresión y expansión del gas 92. La función del gas 92 es similar a la descrita en la realización mostrada en la Figura 1 y como tal no se proporcionará ninguna descripción adicional excepto para decir que el gas 92 aplica una fuerza de resorte contra el elemento desplazable 86 para equilibrar la fuerza aplicada contra el elemento accionado por las olas 76 por la presión ambiente del agua para permitir alcanzar un movimiento recíproco.

60 El aparato 70 además comprende un conjunto de toma de fuerza 94 que incorpora varias disposiciones de pistones hidráulicos 96. Cada disposición de pistón hidráulico 96 comprende un cilindro 98 en el que se monta el cuerpo del pistón 100, en el que el cuerpo del pistón 100 se fija rígidamente al elemento accionado por las olas 76 a través de un vástago alargado 102. Por consiguiente, el elemento accionado por las olas 76 producirá el movimiento correspondiente del cuerpo del pistón 100 en el cilindro 98.

Cada cilindro se rellena con aceite 104 en ambos lados del cuerpo del pistón 100, en el que se adapta el aceite 104 para que se desplace desde el cilindro 98 por movimiento de golpeo del cuerpo del pistón 100. El aceite 104 desplazado del cilindro de esta manera se puede utilizar para accionar un motor hidráulico (no se muestra) que a su vez se puede utilizar para accionar un generador eléctrico 106.

5 De manera similar a la descrita anteriormente en relación con la primera realización, los motores hidráulicos (no se muestran) se deben adaptar para estar operativos en una configuración de bombeo para establecer control dinámico del flujo del aceite 104 desde y hasta los cilindros 98. Se puede utilizar tal control dinámico como medio de compensación de la inercia o alternativa o adicionalmente para establecer una fuerza de resorte para actuar contra el movimiento del elemento accionado por las olas 76.

Como se muestra en la Figura 2, la disposición de pistón 96 del conjunto de toma de fuerza 94 está situado en la cámara cerrada 74.

15 Ahora las referencias se realizan sobre la Figura 3 de los dibujos en la que se muestra una representación esquemática de un aparato para convertir en energía el movimiento de las olas del agua de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

20 El aparato, genéricamente identificado por la referencia numérica 110, durante el uso, se adapta para sumergirlo en una masa de agua 12 de manera que el aparato 110 pueda estar operativo en respuesta a las variaciones de la presión ambiente debido al paso de las olas superficiales.

25 El aparato 110 comprende un elemento accionado por las olas 112 que incorpora una cámara cerrada evacuada 114 delimitada por un elemento accionado por las olas 116 y un elemento fijo 118. Durante el uso, el elemento accionado por las olas 116 se adapta para moverse recíprocamente en la dirección identificada por la flecha 120 respecto al miembro fijo 118 para variar el volumen de la cámara 114.

30 En la realización mostrada en la Figura 3, el elemento accionado por las olas 116 es un cuerpo de pistón, y el elemento fijo 118 es un cilindro.

Se proporciona una disposición de sellado en forma de junta deslizante 122 entre el elemento accionado por las olas 116 y el elemento fijo 118 para aislar el fluido de la cámara 114 de la masa de agua 12.

35 El aparato 110 además comprende un conjunto de control del movimiento 124 que incorpora un elemento desplazable 126 acoplado rígidamente al elemento accionado por las olas 116 a través de un vástago alargado 128 de manera que el movimiento recíproco del elemento accionado por las olas 116 provocará el movimiento correspondiente del elemento desplazable 126.

40 El conjunto de control del movimiento además comprende un cilindro 130 en el que se monta el elemento desplazable 126. Un volumen de gas nitrógeno presurizado 132 está contenido en el cilindro 130 y actúa contra el elemento desplazable 126. Así, el elemento desplazable 126, el cilindro 130 y el gas 132 delimitan colectivamente el resorte de gas que aplica una fuerza de resorte contra el elemento desplazable 126 que es proporcional al desplazamiento de dicho elemento 126.

45 El aparato 110 además comprende un conjunto de toma de fuerza 134 que generalmente se interpone entre el elemento accionado por las olas 112 y el elemento de control del movimiento 124. El elemento de toma de fuerza 134 se adapta para utilizar el trabajo generado por el movimiento recíproco del elemento accionado por las olas 116 y el elemento desplazable 126.

50 El conjunto de toma de fuerza 134 comprende un cuerpo de pistón 136 montado en un vástago de conexión alargado 128 y se coloca dentro de un cilindro 138, en el que el cilindro 138 contiene aceite 140.

55 La cámara de trabajo superior e inferior 142 y 144 delimitan el cilindro 138, y se proporciona una disposición de sellado 146 entre el cuerpo del pistón 136 y el cilindro 138 para prevenir o al menos minimizar las fugas del aceite 140 que pasa por el pistón 136. Se proporciona un orificio 148 a través de parte de la pared del cilindro 138 en la zona de la cámara superior 142, y se proporciona un orificio 150 a través de parte de la pared del cilindro 138 en la zona de la cámara baja 144. Por consiguiente, el movimiento del pistón 136 provocará que se desplace el aceite 140 desde y hasta el cilindro 138 a través de los respectivos orificios 148 y 150.

60 El conjunto de toma de fuerza 134 además comprende un dispositivo accionado por fluido 151, en este caso un motor hidráulico, adaptado para accionarse por el aceite 140 que se desplaza desde el cilindro 138 por el movimiento del pistón 136. El motor hidráulico 151 produce un trabajo rotativo del eje que en realizaciones de la invención se utiliza para accionar un generador eléctrico (no se muestra). Los conductos de fluido 152 y 154 se extienden entre los respectivos orificios 148 y 150 para proporcionar una comunicación fluida entre el cilindro 138 y el motor hidráulico 151.

65

La presión del gas 132 dentro del cilindro 130 es superior que la presión ambiente local del agua 12. La disposición se permite mediante el aislamiento de la presión de gas para que no actúe directamente contra el elemento accionado por las olas 116, que es contrario a los sistemas propuestos anteriormente. La presión de gas puede estar sobre los 200 bares y variará durante el movimiento de golpeo del elemento desplazable 126.

5 La superficie del elemento accionado por las olas 116 que está expuesto al agua 12 es mayor que el área superficial del elemento desplazable 126 que está expuesto al gas 132. Esta disposición se permite en virtud de la alta presión de gas mantenida dentro del cilindro 130 y permite minimizar el volumen estructural global del aparato 110.

10 El aparato 110 además comprende medios para variar el volumen del gas 132 dentro del cilindro 130 para permitir una constante de resorte de gas efectiva que será variada y seleccionada de acuerdo con las condiciones específicas. Concretamente, la constante de resorte de gas puede variar para efectuar cambios en la frecuencia natural del aparato 110 para coincidir con, por ejemplo, la frecuencia dominante del paso de las olas superficiales. Esto permite la operación de resonancia del aparato 110 y así maximiza la energía que se puede extraer del movimiento de las olas.

15 El volumen de gas se varía variando el nivel de aceite 140a el cual está bajo el gas 132. El nivel de aceite de aceite se varía mediante el envío o descarga del fluido 140a desde y hasta el cilindro 130. En la realización mostrada, el fluido 140a se extrae del conjunto de toma de fuerza 134 a través de un conducto 156. Se proporcionan los medios de control (no se muestran) para controlar el flujo del fluido 140a desde y hasta el cilindro 130.

Ahora las referencias se realizan sobre la Figura 4 y 5 de los dibujos en los que se muestran parte de un aparato para convertir energía de las olas de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

25 El aparato, genéricamente identificado con la referencia numérica 210, se muestra en diferentes configuraciones en las Figuras 4 y 5. Debe entenderse que el aparato 210 es similar al aparato 110 que se muestra en la Figura 3 y como tal, comparten componentes como las referencias numéricas, incrementadas en 100. Adicionalmente, cabe señalar que solo se muestra la parte superior del aparato 210 como aclaración ya que la parte inferior es idéntica a la que se muestra en la Figura 3.

30 El aparato 210 comprende un conjunto activado por las olas 212 que incorpora una cámara evacuada cerrada 214 delimitada por un elemento accionado por las olas 216 y un elemento fijo 218. Las dimensiones exteriores del elemento accionado por las olas 218 son menores que las dimensiones interiores del elemento fijo 218. Un elemento de sellado flexible 222 se extiende entre la superficie periférica del elemento accionado por las olas 216 y en elemento fijo 218 y para aislar del fluido la cámara 214 de la masa de agua. En consecuencia, la presente disposición mostrada en las Figuras 4 y 5 permite que el elemento accionado por las olas 216 golpee externa e internamente el elemento fijo 218.

35 La presente invención, como se describe en las realizaciones de ejemplo anteriores, posee ventajas significantes sobre los sistemas propuestos previamente. Por ejemplo, la presente invención proporciona un aparato que es significativamente más ligera que las disposiciones conocidas y como tal es capaz de poseer una tasa más amplia de respuesta debido a la inercia reducida. Además, el volumen estructural del aparato es significativamente más pequeño que el de los sistemas conocidos.

40 Debe entenderse que las realizaciones descritas anteriormente son meros ejemplos y que se pueden realizar diferentes modificaciones sobre las mismas sin alejarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, los elementos accionados por las olas y los elementos desplazables se pueden colocar en cualquier orientación relativa adecuada, como uno al lado del otro. Además, se puede utilizar el aparato divulgado en una posición invertida. Además, se puede utilizar cualquier disposición de sellado apta entre el elemento accionado por las olas y el elemento fijo del conjunto activado por las olas. Además, se pueden utilizar varias características y disposiciones presentes en cualquier realización descrita en otras realizaciones.

50

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para convertir en energía el movimiento de las olas en el agua, comprendiendo dicho aparato:

5 un conjunto activado por las olas (20) que comprende una cámara cerrada (22) y un elemento accionado por las olas (24) que define una parte de la pared de dicha cámara, en donde dicho elemento accionado por las olas (24) está adaptado para que se desplace en respuesta al movimiento de las olas para variar el volumen de la cámara cerrada (22);
 10 un conjunto de control del movimiento (30) que comprende un elemento desplazable (32) acoplado al elemento accionado por las olas (24) y un medio de aplicación de fuerza adaptado para aplicar una fuerza sobre el elemento desplazable (32); y
 15 un conjunto de toma de fuerza (56) operable en respuesta al movimiento del elemento accionado por las olas, **caracterizado por que** la cámara cerrada es una cámara evacuada que define un vacío o un vacío parcial, de manera que la presión dentro de dicha cámara cerrada es menor que la presión ambiente, eliminando o minimizando sustancialmente cualquier efecto de resorte de gas que se establezca dentro de la cámara cerrada durante el movimiento de golpeo del elemento accionado por las olas.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el elemento accionado por las olas (24) y el elemento desplazable (32) están acoplados a través de un elemento conector y/o el aparato comprende un elemento de referencia, en donde dicho elemento de referencia y el elemento accionado por las olas definen conjuntamente la cámara cerrada.

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el medio de aplicación de fuerza está adaptado para aplicar una fuerza variable sobre el elemento desplazable (32) y/o el medio de aplicación de fuerza está adaptado para aplicar una fuerza que es variable en respuesta al movimiento de dicho elemento desplazable.

4. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de control del movimiento (30) comprende una cámara primaria (38), en donde el elemento desplazable define una parte de la pared de dicha cámara primaria de manera que el movimiento de dicho elemento desplazable varía el volumen de dicha cámara primaria y, opcionalmente, la cámara primaria está adaptada para recibir un fluido de tal manera que el movimiento del elemento desplazable actúa contra el fluido y viceversa, en donde el fluido y el elemento desplazable forman parte de un medio de resorte fluido.

5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el medio de resorte fluido comprende un resorte de gas, en el que se comprime y se expande el gas directa o indirectamente mediante el movimiento del elemento desplazable (32).

6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el elemento desplazable (32) acciona directamente el gas o acciona indirectamente el gas a través de un fluido esencialmente incompresible.

7. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato está adaptado para mantener la presión de gas elevada por encima de la presión ambiente local que actúa sobre el elemento activado por las olas y/o el área superficial del elemento accionado por las olas es superior al área superficial del elemento desplazable (32).

8. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio de aplicación de fuerza comprende un resorte hidráulico controlado dinámicamente, en el cual el fluido hidráulico es conducido de forma selectiva y controlable contra el elemento desplazable con el fin de simular una fuerza de resorte que actúa sobre dicho elemento y comprende opcionalmente además una disposición de accionamiento para conducir el fluido hidráulico contra el elemento desplazable (32).

9. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un controlador está adaptado para recibir señales de entrada que proporcionen datos relacionados con el estado del aparato y utilizar de manera deseada estos datos para controlar el medio de aplicación de fuerza.

10. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de toma de fuerza (56) comprende un conjunto de pistón que incorpora un pistón (28) montado de forma deslizante dentro de un cilindro (34), en donde el pistón está acoplado al elemento accionado por las olas (24) para moverse con el mismo y opcionalmente se proporciona un fluido dentro del cilindro de manera que el movimiento del pistón provocará que se desplace dicho fluido desde y hasta el cilindro y, opcionalmente, el conjunto de toma de fuerza comprende además un conjunto mecánico externo adaptado para ser accionado mediante el fluido desplazado desde el cilindro.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el pistón (28) del conjunto de toma de fuerza (56) puede definir el elemento desplazable del dispositivo de control del movimiento.

12. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende medios de

compensación de la inercia adaptados para compensar la inercia dentro del aparato.

5 13. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de aplicación de fuerza comprenden un resorte de gas y el controlador está configurado para controlar el flujo de un fluido hacia y desde el resorte de gas para variar el volumen de gas y de este modo la constante de resorte de gas efectiva para permitir seleccionar una frecuencia natural del aparato para que coincida con una frecuencia de aplicación de fuerza del ambiente.

10 14. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de control del movimiento comprende un controlador adaptado para controlar el medio de aplicación de fuerza y el controlador está adaptado para controlar el medio de aplicación de fuerza para permitir seleccionar una frecuencia natural del aparato para que coincida con una frecuencia de aplicación de fuerza del ambiente; y el área superficial del elemento accionado por las olas es mayor que el área superficial del elemento desplazable.

15 15. Un método para convertir en energía el movimiento de las olas del agua, comprendiendo dicho método las etapas de:

20 proporcionar un aparato (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 y sumergir al menos parte del aparato en agua que experimenta un movimiento de olas;
permitir que el elemento accionado por las olas (24) se mueva en respuesta al movimiento de las olas;
extraer la energía a través de un conjunto de toma de fuerza (56), y
controlar los medios de aplicación de fuerza para permitir seleccionar una frecuencia natural del aparato para coincidir con una frecuencia de aplicación de fuerza del ambiente.

25

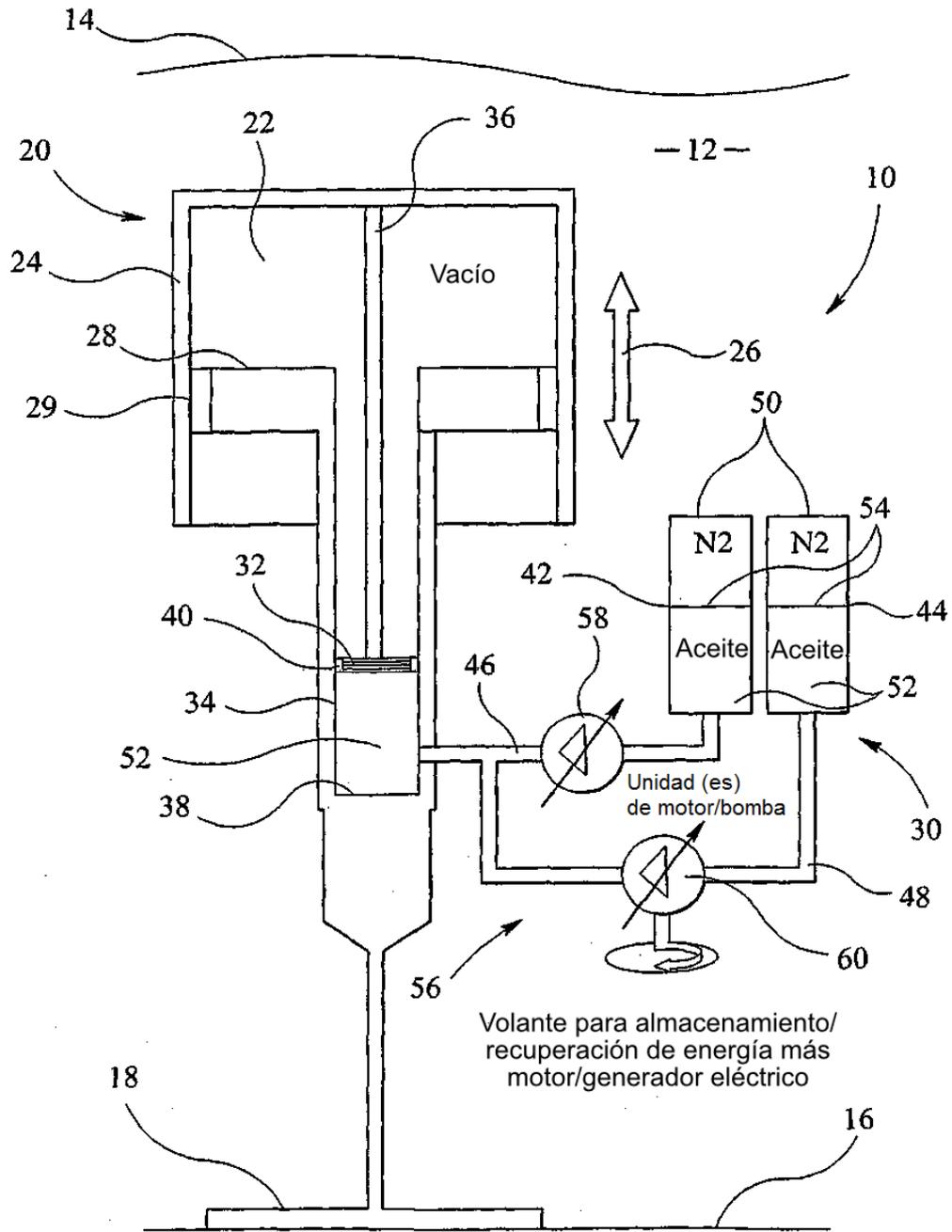


FIG 1

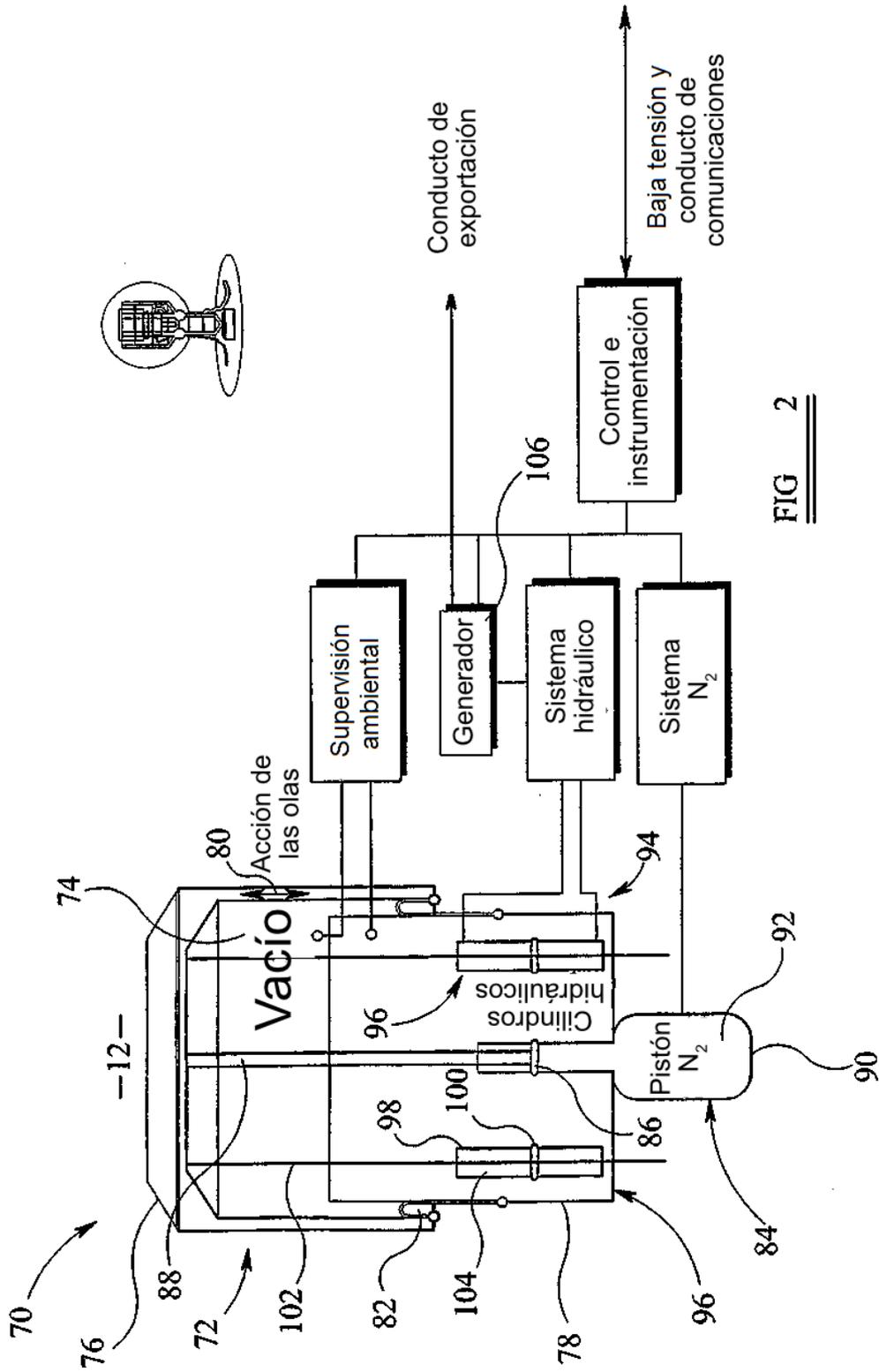


FIG 2

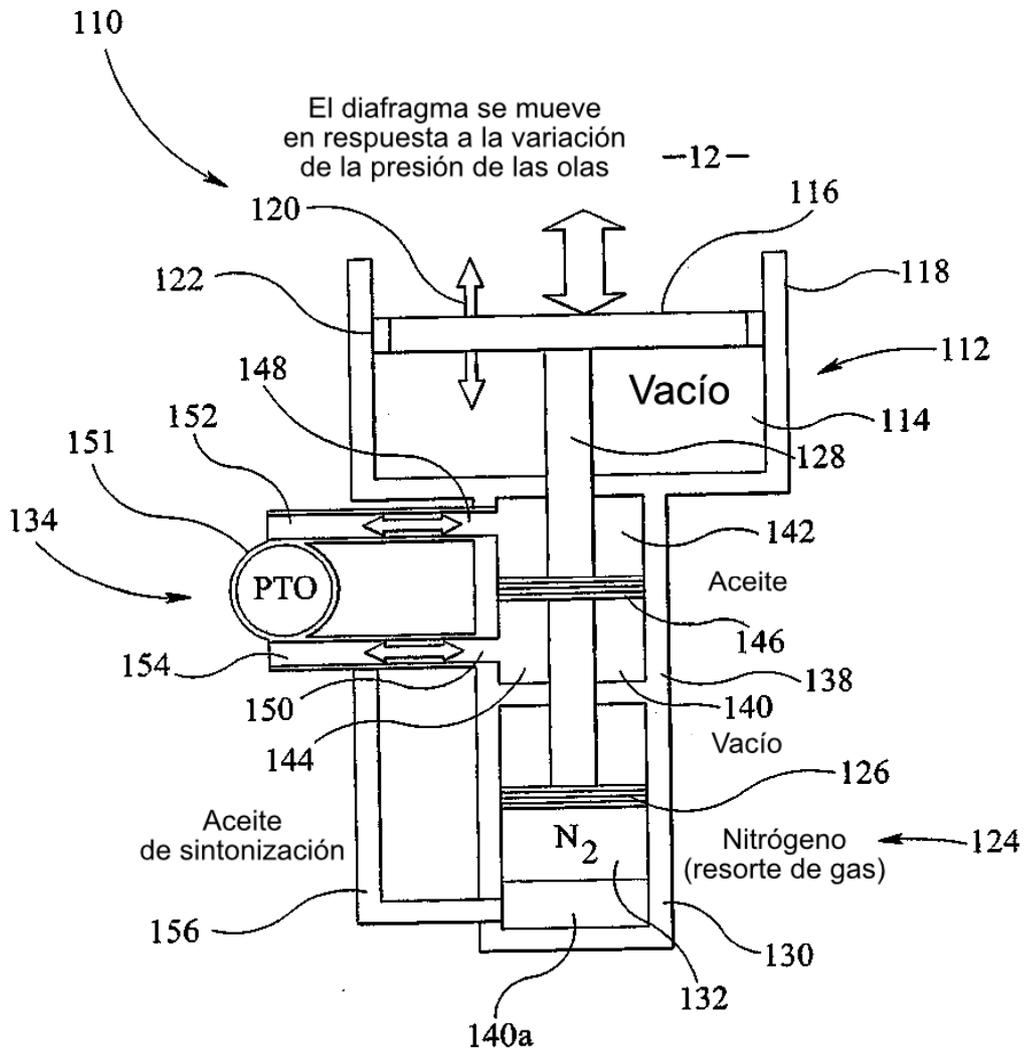


FIG 3

